



**HAL**  
open science

## **Bewertung von Behandlungs- und Nutzungsstrategien unter Einbeziehung von Wachstumsmodellen**

Guillaume Salzet, Holger Wernsdörfer, François Ningre, Fleur Longuetaud,  
Frédéric Mothe, Francis Colin

### ► **To cite this version:**

Guillaume Salzet, Holger Wernsdörfer, François Ningre, Fleur Longuetaud, Frédéric Mothe, et al.. Bewertung von Behandlungs- und Nutzungsstrategien unter Einbeziehung von Wachstumsmodellen. Jahrestagung 2019 der Sektion Ertragskunde des DVFFA, Deutscher Verband Forstlicher Forschungsanstalten (DVFFA), May 2019, Bayerischen Wald, Germany. <hal-05508656>

**HAL Id: hal-05508656**

**<https://hal.science/hal-05508656v1>**

Submitted on 13 Feb 2026

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No  
Derivative Works - International License

# Bewertung von Behandlungs- und Nutzungsstrategien unter Einbeziehung von Wuchsmodellen

## Modellierung der Astigkeit im Hinblick auf verschiedene Möglichkeiten der Holzverwendung

Guillaume Salzet, Holger Wernsdörfer, François Ningre, Fleur Longuetaud, Frédéric Mothe, Francis Colin  
Université de Lorraine, AgroParisTech, INRA, SILVA, 54000 Nancy, France

### Einleitung

Im Zuge des Klimaschutzes besteht unter anderem die Herausforderung, Strategien zur waldbaulichen Behandlung und Holznutzung zu bewerten und weiterzuentwickeln, um nachhaltig einem veränderten Bedarf an Holz zur stofflichen und energetischen Verwendung gerecht zu werden. Für eine umfassendere Bewertung zum Beispiel von Umweltbilanzen müssen des Weiteren die Stoffflüsse innerhalb der Forst-Holz-Kette berücksichtigt werden. Durch die Modellierung dieser Zusammenhänge unter Einbeziehung von Wuchsmodellen können zum einen Kenntnisse über Systemeigenschaften gewonnen und zum anderen Szenarioanalysen durchgeführt werden.

Für die stoffliche Verwendung von Holz ist die Astigkeit ein wesentliches Qualitätskriterium. Im Möbel- oder konstruktiven Bereich werden allgemein geringe Asthäufigkeiten und -stärken bevorzugt bzw. verlangt. Für eine innovative, chemische Verwendung von Holzextraktstoffen ist wiederum eine starke Astigkeit von Vorteil, da solche Stoffe unter anderem in Ästen je nach Baumart in stärkeren Konzentrationen vorkommen können (KEBBI-BENKEDER ET AL. 2017).

Vor diesem Hintergrund besteht das Ziel der vorliegenden Untersuchung darin, die Verteilung und die Dimensionen von Ästen in Zusammenhang mit dem von einem Wuchsmodell beschriebenen Wachstumsverlauf von Einzelbäumen zu modellieren. Ausgehend von der konkurrenzbedingten Kronenentwicklung und des damit verbundenen Schaftwachstums sollen die wesentlichen, die Astigkeit bedingenden Zusammenhänge beschrieben werden.

### Modellansatz

Das Astmodell wurde insbesondere im Hinblick auf das Wuchsmodell SimCoP (OTTORINI 1991, 1995; WERNSDÖRFER ET AL. 2016) entwickelt. SimCoP ist ein behandlungssensitives Wuchsmodell für gleichaltrige Reinbestände der Baumart Douglasie in Nord- und Zentralfrankreich, das auf dem Modellansatz von MITCHELL (1975) beruht. Es bildet wesentliche Prozesse des Einzelbauwachstums ab (Abbildung 1): Höhenzuwachs in Abhängigkeit von Oberhöhenzuwachs und Vitalität (Standorts- und Einzelbaumpotential) sowie Kronenkonkurrenz; radialer Kronenzuwachs in Abhängigkeit von Höhenzuwachs und Kronenkonkurrenz (dreidimensionale Kronenentwicklung); Schaftvolumenzuwachs in Abhängigkeit von der Kronenentwicklung. Die Kronenkonkurrenz wird dabei durch das Verhältnis von aktuellem und maximalem, effektivem Volumen des benadelten Kronenmantels abgebildet. Der Durchmesserzuwachs in Brusthöhe wird vom Schaftvolumenzuwachs unter Berücksichtigung des Pressler'schen Gesetzes abgeleitet.

Mortalität tritt ein bei zu hohen Bestandesdichten („Self-thinning“; NINGRE ET AL. 2016) oder wenn ein Baum mehrere Jahre von den Nachbarbäumen überschirmt worden ist. Das Wuchsmodell wurde in die Plattform Capsis (DUFOUR-KOWALSKI ET AL. 2012) für waldbachstumskundliche Simulationen implementiert. Dabei können waldbauliche Eingriffe zum einen durch die Entnahme von Einzelbäumen anhand der Kronenkarte erfolgen. Zum anderen kann eine Abfolge mehrerer Eingriffe anhand eines Algorithmus simuliert werden, der Entnahmewahrscheinlichkeiten nach Durchmesserklassen und die räumliche Verteilung der zu entnehmenden Bäume berücksichtigt.



Abbildung 1: Wesentliche Wachstumsprozesse und -zusammenhänge, die durch das Wuchsmodell SimCoP (OTTORINI 1991, 1995; WERNSDÖRFER et al. 2016) beschrieben werden.

Der für das Astmodell gewählte Modellansatz sieht eine hierarchische Verknüpfung von Einzelmodellen nach Methoden der bayesschen Statistik vor (SALZET 2019). Die wesentlichen, durch das Wachstumsmodell für jeden Einzelbaum beschriebenen Eingangsgrößen sind der Höhenzuwachs und die räumlichen Koordinaten des Kronenmantels, der die Astlänge begrenzt. Durch den Modellansatz beschrieben werden: die Anzahl und die vertikale Position der Äste eines jeden Jahrestriebs als Quirläste oder Zwischenquirläste; die horizontale Position (Azimut) der Äste, für die eine gleichmäßige Verteilung angenommen wird; Variablen der äußeren Astigkeit (Abbildung 2); die Wahrscheinlichkeit des Absterbens von Ästen.

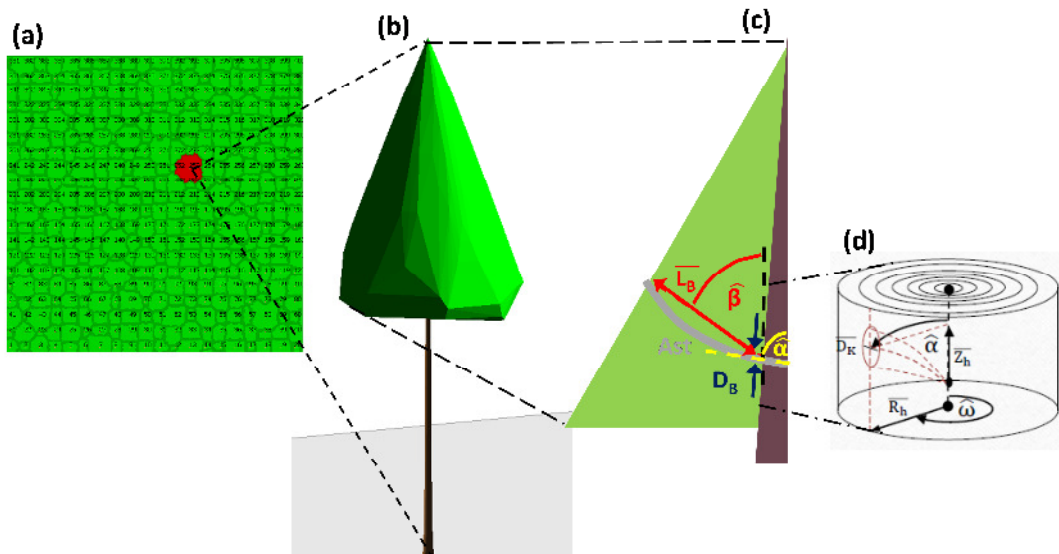


Abbildung 2: Visualisierung einer Kronenkarte (a) und eines Einzelbaums (b), die anhand des Wachstumsmodells simuliert wurden; Variablen der äußeren Astigkeit (c): Astlänge ( $L_B$ ), Astdurchmesser ( $D_B$ ), Astwinkel ( $\beta$ ); Variablen der inneren Astigkeit (d): Astdurchmesser ( $D_K$ ), Astansatzwinkel ( $\alpha$ ); Astradius ( $R_h$ ), Asthöhe ( $Z_h$ ), Astazimut ( $\omega$ ).

Für die Entwicklung des Astmodells wurden Daten von Untersuchungen aus Belgien, Deutschland, Frankreich und den USA zusammengetragen, die mehr als 400 Bäume und 50 000 Äste umfassen. Die innere Astigkeit wurde teilweise mittels Computertomographie erfasst.

## Stand der Untersuchung und Ausblick

Bislang wurden die Einzelmodelle sowie deren hierarchische Verknüpfung auf der Grundlage eines Literaturstudiums formuliert und die statistischen Analysen für die äußere Astigkeit vorgenommen (SALZET 2019). Als nächster Schritt sollen die statistischen Analysen für die innere Astigkeit und für das Astmodell insgesamt erfolgen sowie die Verknüpfung mit dem Wachstumsmodell vorgenommen werden. Davon ausgehend sollen Simulationsanalysen zum Einfluss der waldbaulichen Behandlung auf klassische und innovative Verwendungsmöglichkeiten von Douglasienholz durchgeführt werden. Diese Analysen könnten auf weitere Kriterien beispielsweise in Bezug auf eine energetische Holzverwendung oder den Entzug von Nährstoffen (BILOT ET AL. 2017) sowie auf weitere Baumarten ausgeweitet werden.

## Danksagung

Unser besonderer Dank gilt den Kollegen und Einrichtungen, die Daten für die vorliegende Untersuchung zur Verfügung gestellt haben. Die Untersuchung wurde durch das Projekt ExtraFor\_Est unterstützt, das durch das französische Ministerium für Landwirtschaft und Ernährung [Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation] finanziert wird. Weiterer Dank gilt der ANR (Agence Nationale de la Recherche): The UMR SILVA is supported by a grant overseen by the French National Research Agency (ANR) as part of the "Investissements d'Avenir" program (ANR-11-LABX-0002-01, Lab of Excellence ARBRE).

## **Literatur**

- BILOT N, DELEUZE C, SAINT-ANDRÉ L, FOURNIER M, ROGAUME Y, WERNSDÖRFER H (2017) Bewertung von Behandlungs- und Nutzungsstrategien unter Einbeziehung von Wuchsmodellen: Fallbeispiel der Hackschnitzelproduktion zur energetischen Verwendung. DVFFA, Sektion Ertragskunde, Tagungsbericht, S. 126-128
- DUFOUR-KOWALSKI S, COURBAUD B, DREYFUS P, MEREDIEU C, DE COLIGNY F (2012) Capsis: an open software framework and community for forest growth modelling. *Annals of Forest Science* 69: 221–233
- KEBBI-BENKEDER Z, MANSO R, GÉRARDIN P, DUMARÇAY D, CHOPARD B, COLIN F (2017) Knot extractives: a model for analysing the eco-physiological factors that control the within and between-tree variability. *Trees - Structure and Function* 31:1619-1633
- MITCHELL (1975) Dynamics and simulated yield of Douglas-fir. *Forest Science, Monograph* 17, 39 S.
- NINGRE F, OTTORINI JM, LE GOFF N (2016) Trajectoires d'autoéclaircie du Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) en France [Self-thinning trajectories of Douglas firs (*Pseudotsuga menziesii*) in France]. *Revue Forestière Française* 68:323-343
- OTTORINI JM (1991) Growth and development of individual Douglas-fir in stands for applications to simulation in silviculture. *Annals of Forest Science* 48:651-666
- OTTORINI JM (1995) Simulation et sylviculture du douglas [Simulation und Waldbau der Douglasie]. *Revue Forestière Française* 47:97-105
- SALZET G (2019) Analyse et modélisation bayésienne de la qualité du sapin de Douglas en vue de prédire la ressource en extractibles [Analyse und bayessche Modellierung der Qualität von Douglasie im Hinblick auf die Vorhersage der Ressource an Extraktstoffen] Masterarbeit, Université Montpellier, AgroParisTech, Frankreich, 76 S. + Anhang
- WERNSDÖRFER H, PULKKINEN M, NINGRE F, ALBRECHT A, PERIN J, LIGOT G, OTTORINI JM (2016) Evaluierung von zwei auf unterschiedlichen Modellansätzen beruhenden Wuchsmodellen im Hinblick auf die Entwicklung neuer Behandlungsstrategien. DVFFA, Sektion Ertragskunde, Tagungsbericht, S. 160